



Minicurso
Gestão de Resíduos de Laboratórios

Robério Fernandes Alves de Oliveira
Engenheiro Químico / Vice-Presidente da ABQ

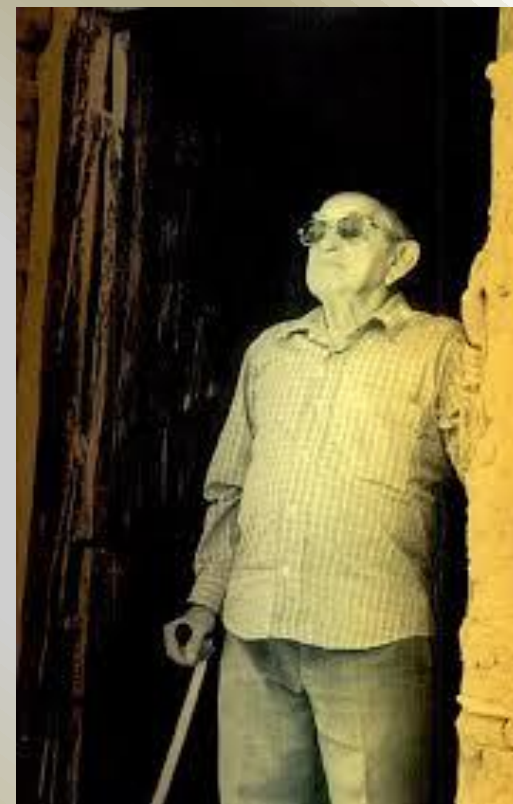


Conteúdo programático

- ✚ **Conceitos importantes**
- ✚ **Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos)**
- ✚ **Aspectos relevantes sobre resíduos sólidos e meio ambiente**
- ✚ **Critérios para a classificação dos resíduos sólidos**
- ✚ **A Norma NBR 10.004 - Resíduos sólidos – Classificação**
- ✚ **Conceito de Sistema de Gestão**
- ✚ **Programa de Gestão de Resíduos em Laboratórios - PGRS**
- ✚ **Tratamentos e Destinação, Aterros Industrial e Sanitário**

“Eu sou de uma terra que o povo padece
Mas não esmorece e procura vencer.
Da terra querida, que a linda cabocla
De riso na boca zomba no sofrer
Não nego meu sangue, não nego meu nome
Olho para a fome, pergunto o que há?
Eu sou brasileiro, filho do Nordeste,
Sou cabra da Peste, sou do Ceará.”

Patativa do Assaré
(Antônio Gonçalves da Silva
05/03/1909 – 08/07/2002)





Conceitos importantes



Prevenção

Evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo ou “limpá-lo” após sua geração.



Resíduos Sólidos

Material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.



Rejeitos

Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.



Destinação final ambientalmente adequada

Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa (Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária), entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.



Disposição final ambientalmente adequada

Distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.



Lei 12.305/2010

- Política Nacional de Resíduos Sólidos -



Objetivos (1/4)

- proteção da saúde pública e da qualidade ambiental
- não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos
- estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços
- adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais
- redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos



Objetivos (2/4)

- incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados
- gestão integrada de resíduos sólidos
- articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos
- capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos



Objetivos (3/4)

- **regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007**
- **prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:**
 - produtos reciclados e recicláveis**
 - bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis**



Objetivos (4/4)

- **integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos**
- **estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto**
- **incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético**
- **estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável**



Leitura complementar

DECRETO Nº 7.404, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010

Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.





Aspectos relevantes sobre resíduos sólidos e meio ambiente



Aspectos sanitários

- Agentes Físicos
- Agentes Químicos
- Agentes Biológicos

Exemplos de Agentes Físicos



Poluição de Nascentes

Devastação de área para disposição





Exemplos de Agentes Químicos

Potencial poluidor de alguns elementos químicos	
Elemento	Efeito sobre os seres humanos
Pb Chumbo*	<ul style="list-style-type: none">•dores abdominais (cólica, espasmo e rigidez)•disfunção renal•anemia, problemas pulmonares•neurite periférica (paralisia)•encefalopatia (sonolência, manias, delírio, convulsões e coma)
Hg Mercúrio	<ul style="list-style-type: none">•gengivite, salivação, diarreia (com sangramento)•dores abdominais (especialmente epigástrico, vômitos, gosto metálico)•congestão, inapetência, indigestão•dermatite e elevação da pressão arterial•estomatites (inflamação da mucosa da boca), ulceração da faringe e do esôfago, lesões renais e no tubo digestivo•insônia, dores de cabeça, colapso, delírio, convulsões•lesões cerebrais e neurológicas provocando desordens psicológicas afetando o cérebro
Cd Cádmio*	<ul style="list-style-type: none">•manifestações digestivas (náusea, vômito, diarreia)•disfunção renal•problemas pulmonares•envenenamento (quando ingerido)•pneumonite (quando inalado)•câncer (o cádmio é carcinogênico)



Exemplos de Agentes Biológicos

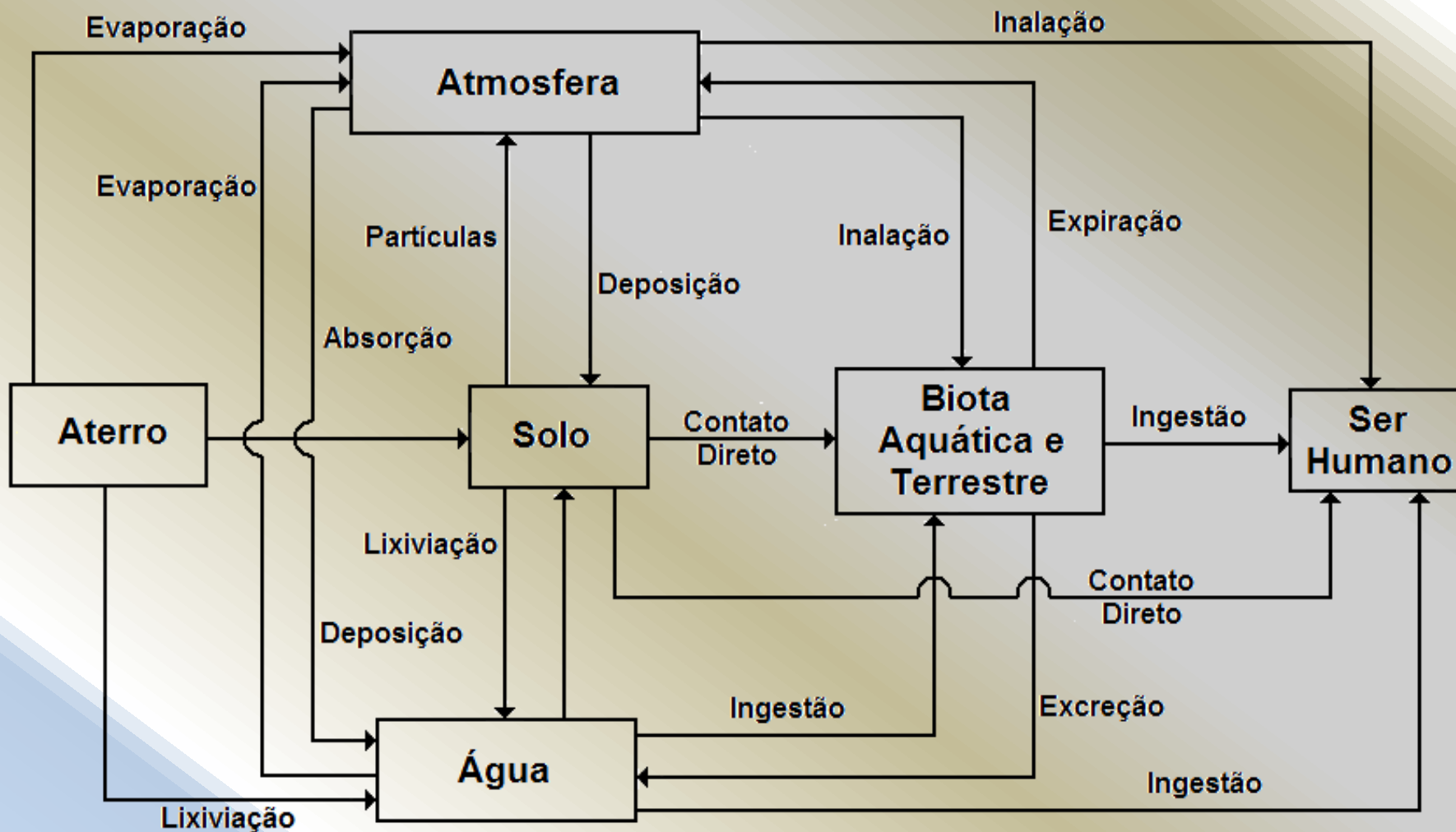
Vetores	Forma de transmissão	Enfermidades
Rato e Pulga	Mordida, urina, fezes e picada	Leptospirose Peste bubônica Tifo murino
Mosca	Asas, patas, corpo, fezes e saliva	Febre tifóide Cólera Amebíase Disenteria Giardíase Ascaridíase
Mosquito	Picada	Malária Febre amarela Dengue Leishmaniose
Barata	Asas, patas, corpo e fezes	Febre tifóide Cólera Giardíase
Gado e Porco	Ingestão de carne contaminada	Teníase Cisticercose
Cão e Gato	Urina e fezes	Toxoplasmose



Aspectos estéticos e de bem-estar

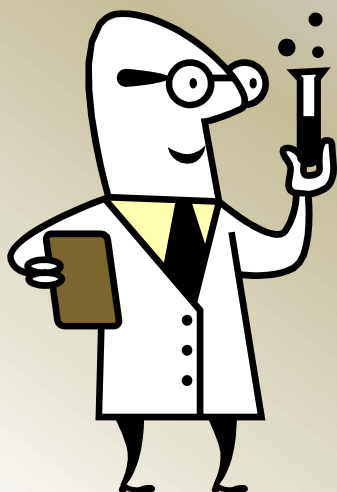
- mau odor
- poluição visual
- degradação do espaço onde é lançado

Rotas físicas e biológicas de transporte de substâncias perigosas, suas fontes e disposição, e potencial de exposição humana



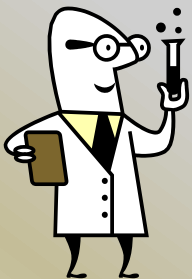


Critérios para a classificação dos resíduos sólidos



Critério
**Riscos potenciais à saúde e ao
meio ambiente**


De acordo com a norma ABNT NBR 10.004 : 2004



Critério **Natureza ou Origem**

 **Lixo doméstico ou residencial**

 **Lixo comercial**

 **Lixo público**

 **Lixo domiciliar especial:**

- Entulho de obras

- Pilhas e baterias

- Lâmpadas fluorescentes

- Pneus

 **Lixo de fontes especiais**

- Lixo industrial

- Lixo radioativo

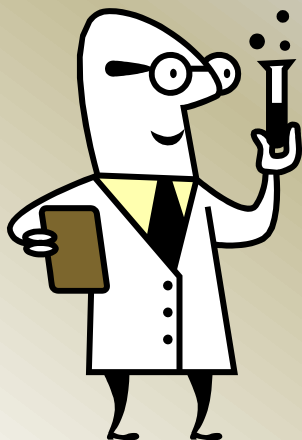
- Lixo de portos, aeroportos e terminais rodoferroviários

- Lixo agrícola



- Resíduos de serviços de saúde

Critério **Características Físicas**




-  *Secos*
-  *Molhados*

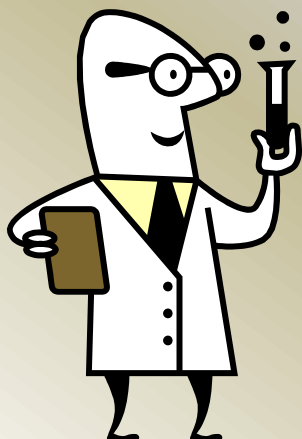


Critério **Composição Química**

-  *Orgânicos*
-  *Inorgânicos*

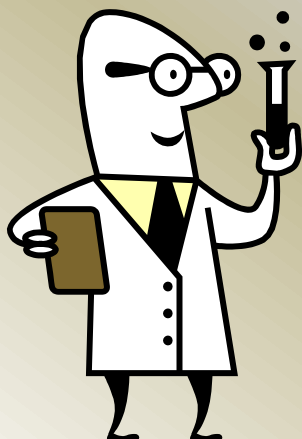
Critério **Aspecto econômico**

-  *Resíduos para produção de compostos*
-  *Materiais Recuperáveis*
-  *Materiais Inaproveitáveis*







Critério **Aspecto de incineração**

-  *Materiais Combustíveis*
-  *Materiais Incombustíveis*



Critério

Graus de biodegradabilidade

-  *Facilmente degradáveis*
-  *Moderadamente degradáveis*
-  *Difícilmente degradáveis*
-  *Não degradáveis*



Norma ABNT NBR 10.004

Resíduos sólidos - Classificação



Referências normativas

- **ABNT NBR 10005:2004 - Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos**
- **ABNT NBR 10006:2004 - Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**
- **ABNT NBR 10007:2004 - Amostragem de resíduos sólidos**



Definição

Resíduos no estado sólido ou semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.



Definição

Estão incluídos na definição:

- ✚ lodos provenientes de sistemas de tratamento de água;
- ✚ lodos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição;
- ✚ líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.



Objetivos e finalidade

Classificar os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser **gerenciados adequadamente**.



Classificação

- ❑ Resíduos Classe I: **Perigosos**
- ❑ Resíduos Classe II A: **Não Inertes**
- ❑ Resíduos Classe II B: **Inertes**



Resíduos Classe I: Perigosos (1/2)

Aqueles que apresentam periculosidade

- Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar:
 - risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices;
 - riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.


Resíduos Classe I: Perigosos (2/2)

Aqueles que apresentam periculosidade

- **Características:**
 - Inflamabilidade;**
 - Corrosividade;**
 - Reatividade;**
 - Toxicidade;**
 - Patogenicidade.**



Resíduos Classe II A: **Não Inertes**

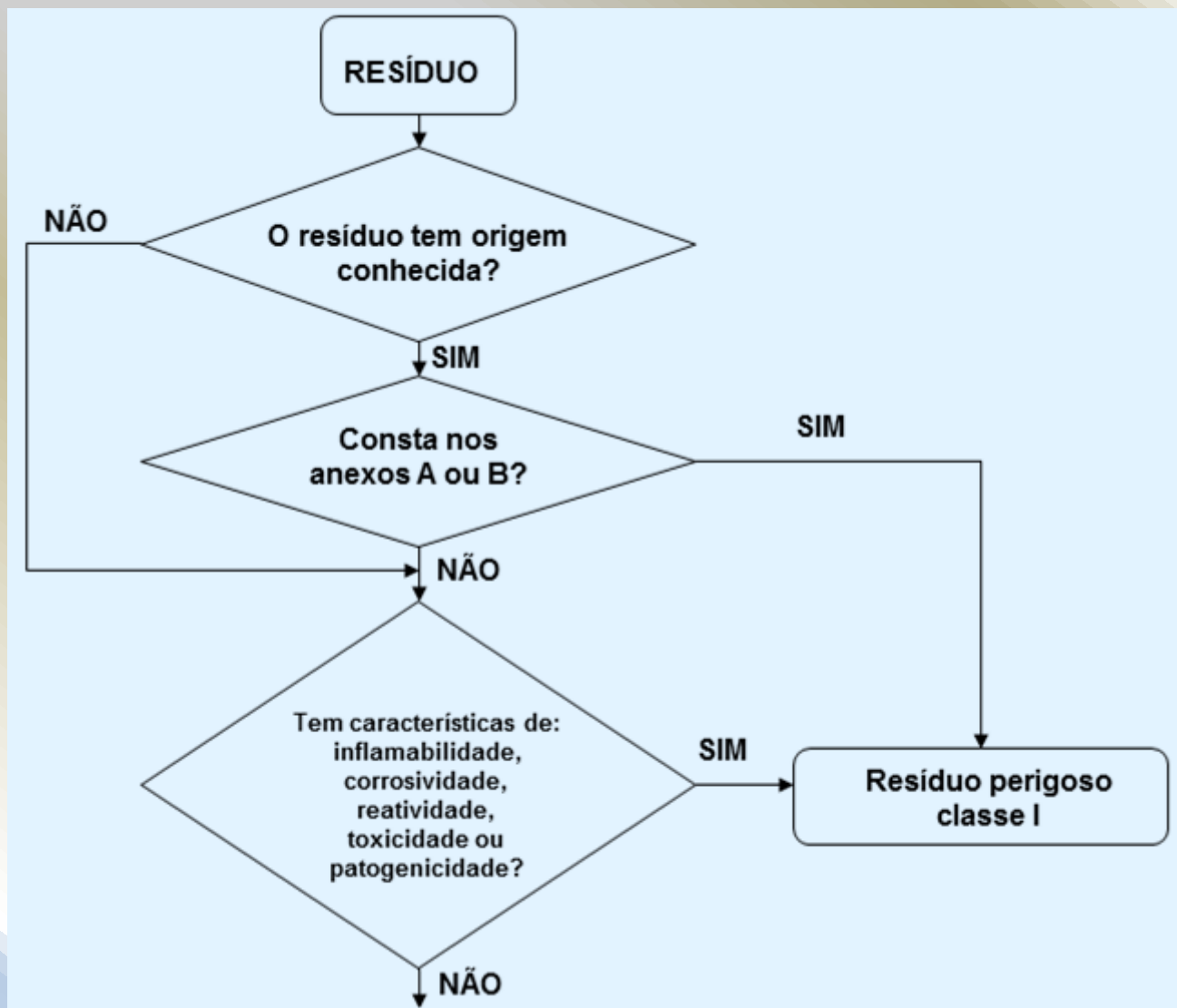
-  Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos desta Norma. Os resíduos classe II A - Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.



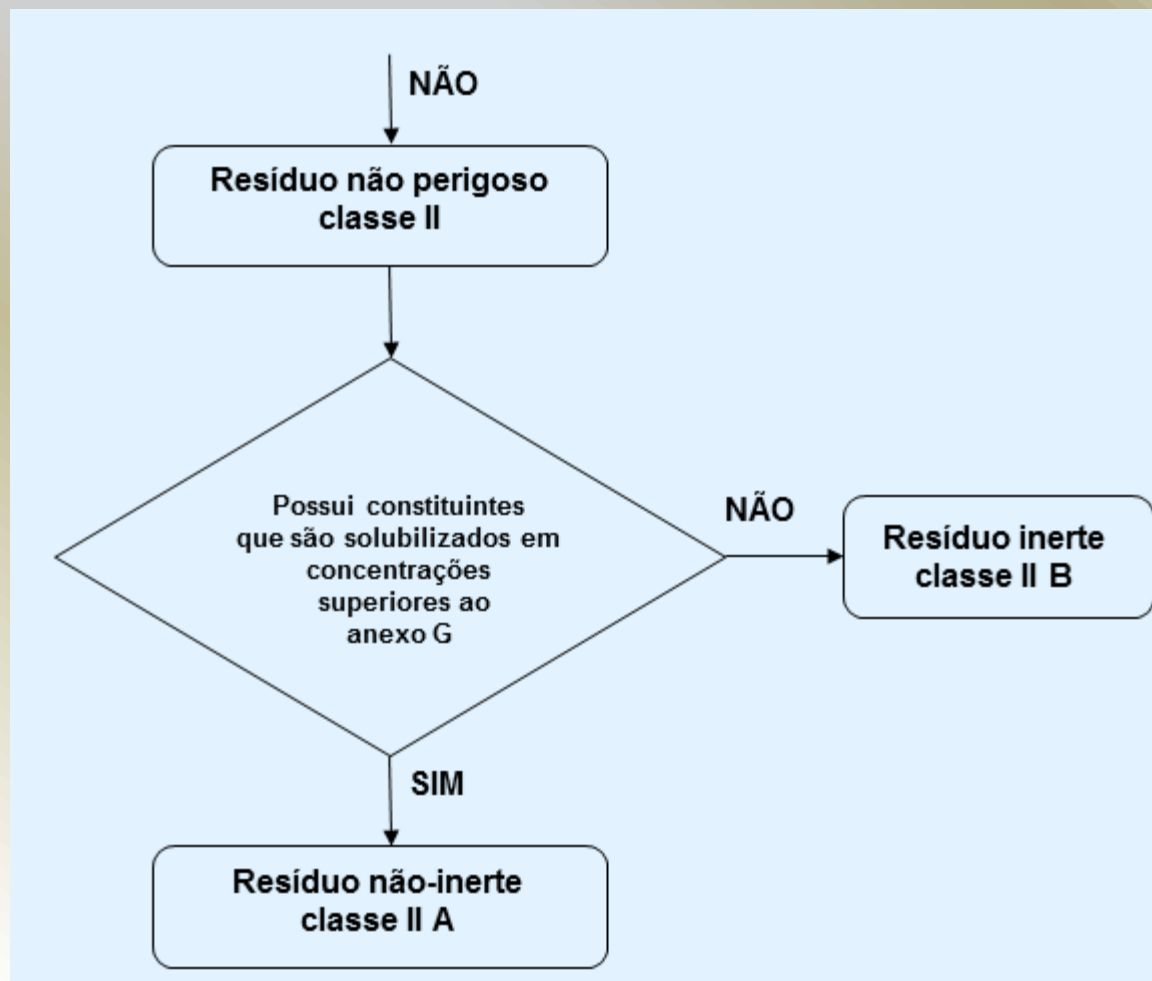
☐ Resíduos Classe II B: **Inertes**

- Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

Caracterização e classificação de resíduos



Caracterização e classificação de resíduos





Anexos da norma

Anexo A

Resíduos Perigosos de Fontes não Específicas – resíduos normalmente gerados em operações comuns na indústria, sem considerar a origem, são codificados como “F”.

Anexo B

Resíduos Perigosos de Fontes Específicas – resíduos gerados em processo específico único e de um específico grupo de indústrias, são codificados como “K”.



Exemplos do Anexo A

Código de identificação	Resíduo perigoso	Constituinte perigoso	Característica de periculosidade
F001	Os seguintes solventes halogenados usados, utilizados em desengraxe: tetracloreto de carbono; tricloroetileno; dicloro metano; 1,1,1-tricloroetano; tetracloreto de carbono e fluorocarbonetos clorados, além de resíduos originados no processo de recuperação destes solventes ou de misturas que os contenham	Tetracloreto de carbono, dicloroetileno, tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, tetracloreto de carbono, fluorocarbonetos clorados	Tóxico
F005	Os seguintes solventes não halogenados usados: tolueno, metiletilcetona, dissulfeto de carbono, metil-1-propanol (isobutanol), piridina, benzeno, 2-etoxietanol e 2-nitropropano, além de resíduos originados no processo de recuperação destes solventes ou de misturas que os contenham	Tolueno, metiletilcetona, dissulfeto de carbono, piridina, isobutanol, 2-etoxietanol, benzeno, 2-nitropropano	Inflamável, tóxico



Exemplos do Anexo B

Fonte geradora	Código de identificação	Resíduo perigoso	Constituinte perigoso	Característica de periculosidade
Preservação de madeira	K001	Lodos provenientes do fundo de tanques de tratamento de efluentes líquidos originados nos processos de preservação de madeira que utilizam creosoto e/ou pentaclorofenol	Triclorofenóis, tetraclorofenóis, pentaclorofenol, fenol, 2-clorofenol, p-cloro-m-cresol, 2,4-dimetilfenol, 2,4-dinitrofenol, creosoto, criseno, naftaleno, fluoranteno, benzo(b)fluoranteno, benzo(a)pireno, indeno(1,2,3-c,d)pireno, benzo(a)antraceno, dibenzo(a)antraceno, acenaftaleno	Tóxico
Pigmentos inorgânicos	K007	Lodo de tratamento de efluentes líquidos originados na produção de pigmento azul de ferro	Cianeto (complexo), cromo hexavalente	Tóxico
	K008	Resíduos provenientes de fornos utilizados na produção de pigmento verde de óxido de cromo	Cromo hexavalente	Tóxico



Anexos da norma

Anexo C

Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos – substâncias, cuja presença, conferem periculosidade ao resíduo.

Anexo D

Substâncias agudamente tóxicas – substâncias que inclusive conferem periculosidade às embalagens que as contiveram, são codificados com “P”.



Exemplos do Anexo C

Substâncias		Código de identificação	CAS – Chemical Abstract Substance
Nome comum	Outra denominação		
A2213	N,N-Dimetil-metilcarbanoiloximino-2-(metiltio) acetamida	U394	30558-43-1
Acetato de chumbo (II)		U144	301-04-2
Acetato de etila		U112	141-78-6
Cianeto de bário		P013	542-62-1
Cianeto de cálcio		P021	592-01-8
Cianeto de cobre (I)		P029	544-92-3



Exemplos do Anexo D

Substâncias	Código de identificação	CAS – Chemical Abstract Substance
Acetato de fenilmercúrio	P092	62-38-4
1-Acetil-2-tiouréia	P002	591-08-2
3-(α -Acetonilbenzil)-4-hidroxycumarina	P001	81-81-2
Ácido arsênico	P010	7778-39-4
Ácido cianídrico	P063	74-90-8



Anexos da norma

Anexo E

Substâncias tóxicas – substâncias puras ou misturas, vazamentos, produtos fora de especificação, cuja presença, conferem periculosidade ao resíduo, são codificados com “U”.

Anexo F

Concentração - Limite máximo no extrato obtido no teste de lixiviação – limites máximos detectados na análise do lixiviado, são codificados com “D”.



Exemplos do Anexo E

Substâncias	Código de identificação	CAS – Chemical Abstract Substance
A2213	U394	30558-43-1
Acetaldeído	U001	75-07-0
Acetato de chumbo (II)	U144	301-04-2
Acetato de etila	U112	141-78-6
Acetato de tálio (I)	U214	563-68-8



Exemplos do Anexo F

Parâmetro	Código de identificação	Limite máximo no lixiviado mg/L	CAS - <i>Chemical Abstract Substance</i>
Inorgânicos			
Arsênio	D005	1,0	7440-38-2
Mercúrio	D011	0,1	7439-97-6
Pesticidas			
Endrin	D018	0,06	72-20-8
Pentaclorofenol	D024	0,9	87-86-5
Outros orgânicos			
Benzo(a) pireno	D031	0,07	50-32-8
Tetracloroeto de carbono	D048	0,2	56-23-5



Anexos da norma

Anexo G

Padrões para o ensaio de solubilização - limites máximos detectados na análise do solubilizado, para diferenciação entre Classe IIA e IIB.

Anexo H

Codificação de alguns resíduos classificados como não perigosos - listagem utilizada para identificação de alguns resíduos não perigosos.



Exemplos do Anexo G

Parâmetro	Limite máximo no extrato mg/L
Aldrin e dieldrin	$3,0 \times 10^{-5}$
Alumínio	0,2
Arsênio	0,01
Bário	0,7
Cloreto	250,0
Cromo total	0,05



Exemplos do Anexo H

Código de identificação	Descrição do resíduo	Código de identificação	Descrição do resíduo
A001	Resíduo de restaurante (restos de alimentos)	A009	Resíduo de madeira
A004	Sucata de metais ferrosos	A010	Resíduo de materiais têxteis
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão etc.)	A011	Resíduos de minerais não-metálicos
A006	Resíduo de papel e papelão	A016	Areia de fundição
A007	Resíduos de plástico polimerizado	A024	Bagaço de cana
A008	Resíduos de borracha	A099	Outros resíduos não perigosos

NOTA Excluídos aqueles contaminados por substâncias constantes nos anexos C, D ou E e que apresentem características de periculosidade.

Conceito de Sistema de Gestão



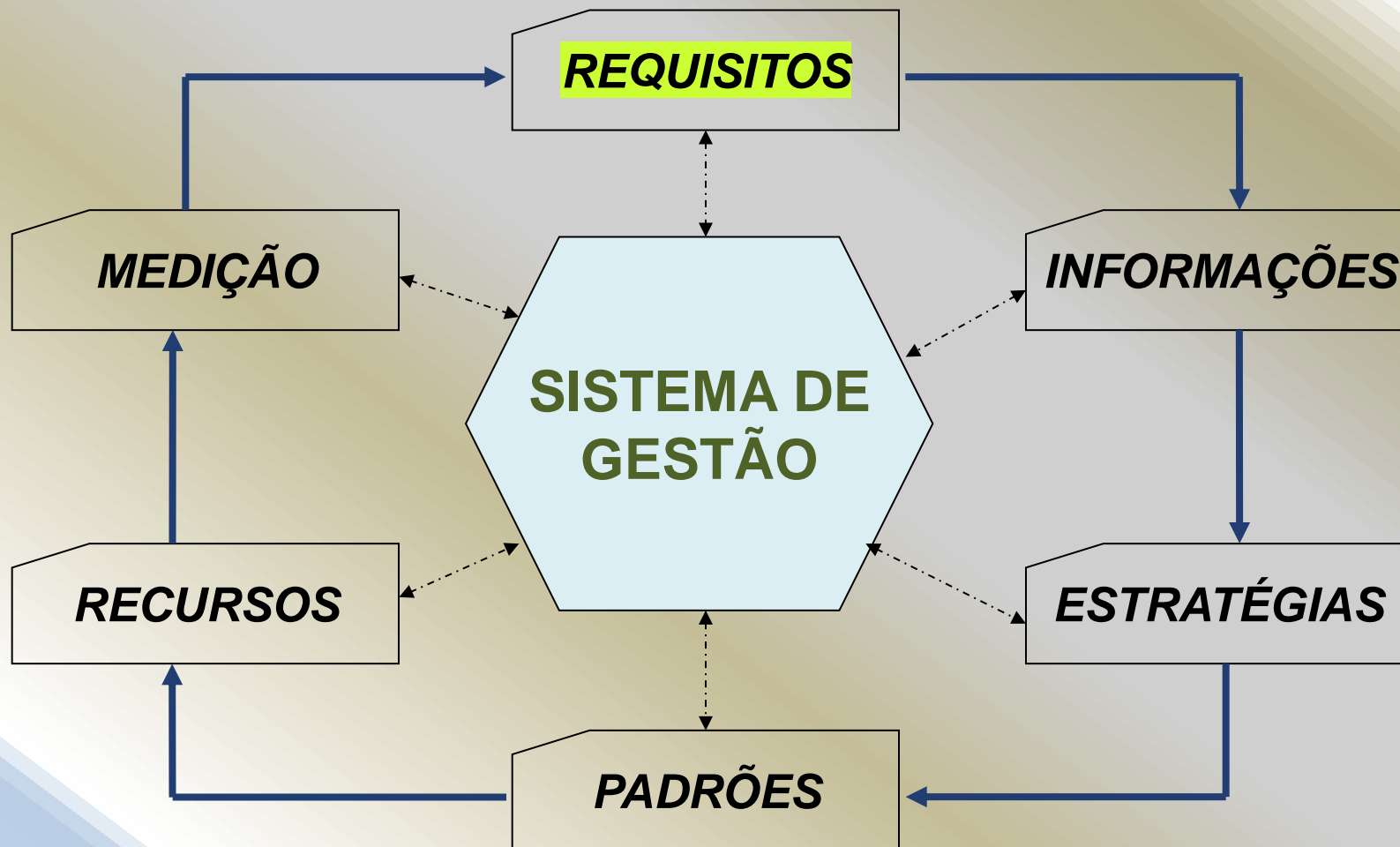


Sistema de Gestão

“Conjunto de elementos bem determinados que de alguma forma podem interagir ou se relacionar, e para os quais voltaremos nossa atenção porque temos o interesse de saber como se comportam em relação aos níveis de desempenho que previamente estabelecemos.”

Fonte: CERQUEIRA, J. P., **Sistemas de gestão integrados : ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, AS 8000, NBR 16001 : Conceitos e aplicações**, Rio de Janeiro : Qualitymark Ed., 2006.

Sistema de Gestão





Gerenciamento de resíduos sólidos

- Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Adaptado da lei Nº 12.305, DE 2 de agosto de 2010

Gerenciamento de resíduos sólidos





Programa de Gestão de Resíduos em Laboratórios



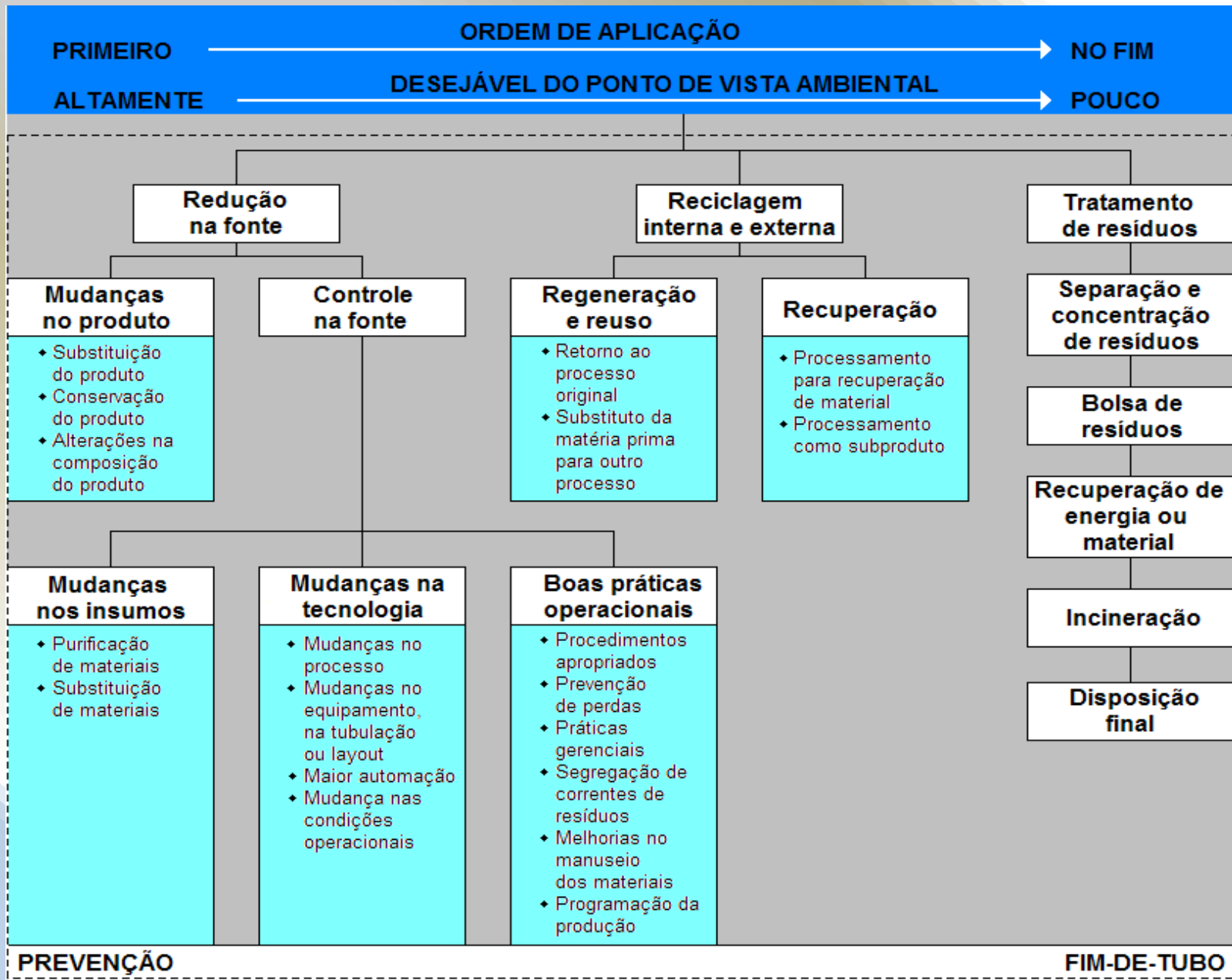
Elementos básicos para a gestão (1/2)

- Finalidade do laboratório (pesquisa, ensino ...)
- Relação de reagentes químicos empregados nas atividades
- Técnicas instrumentais utilizadas
- Relação de operações e procedimentos analíticos efetuados
- Quantidade, periodicidade e variedade dos resíduos gerados (inventário do passivo e do ativo)
- Classificação dos resíduos
- Organização do laboratório
- Possibilidades de **minimização** (redução, recuperação, tratamento *in situ* ...)

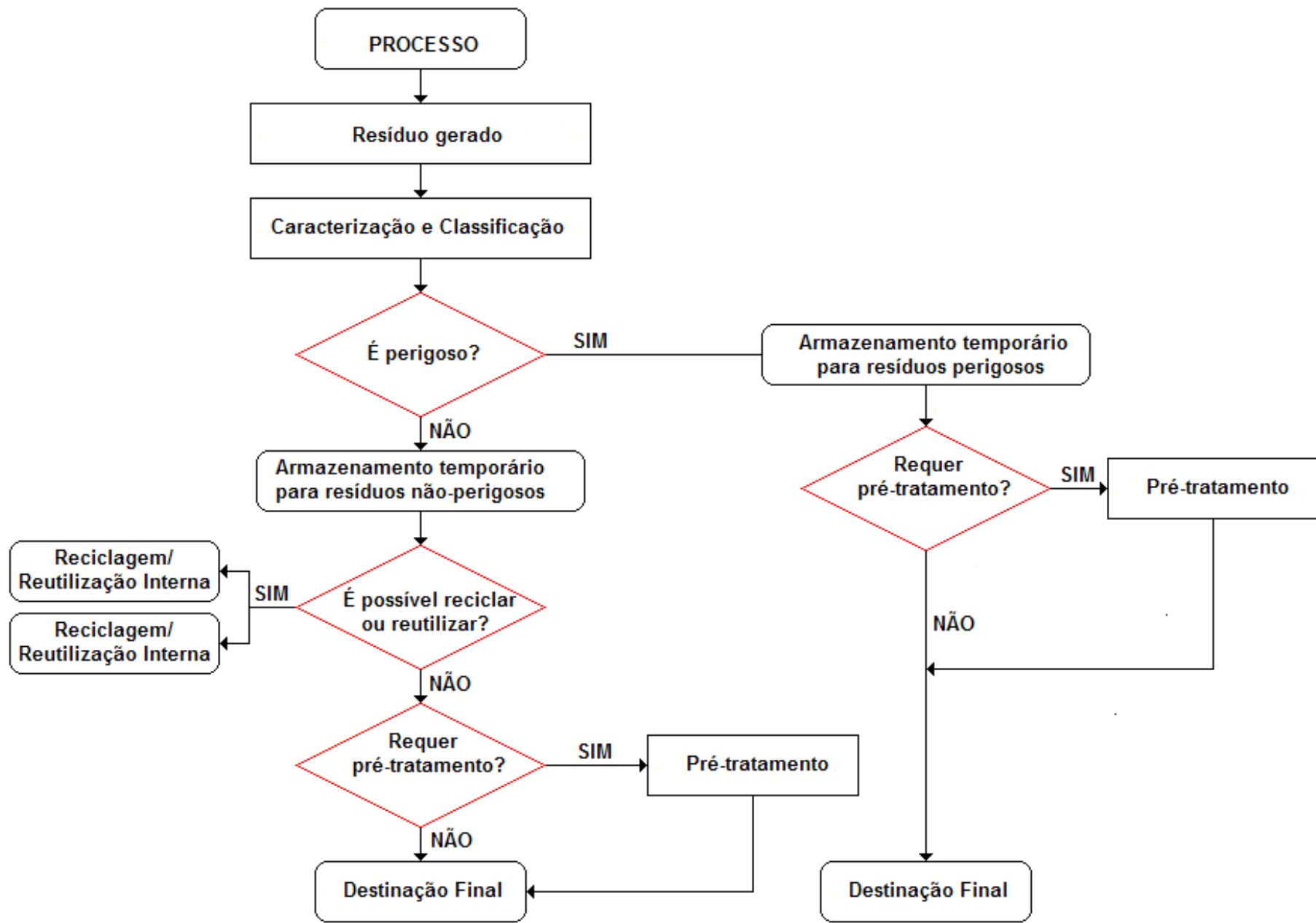


Elementos básicos para a gestão (2/2)

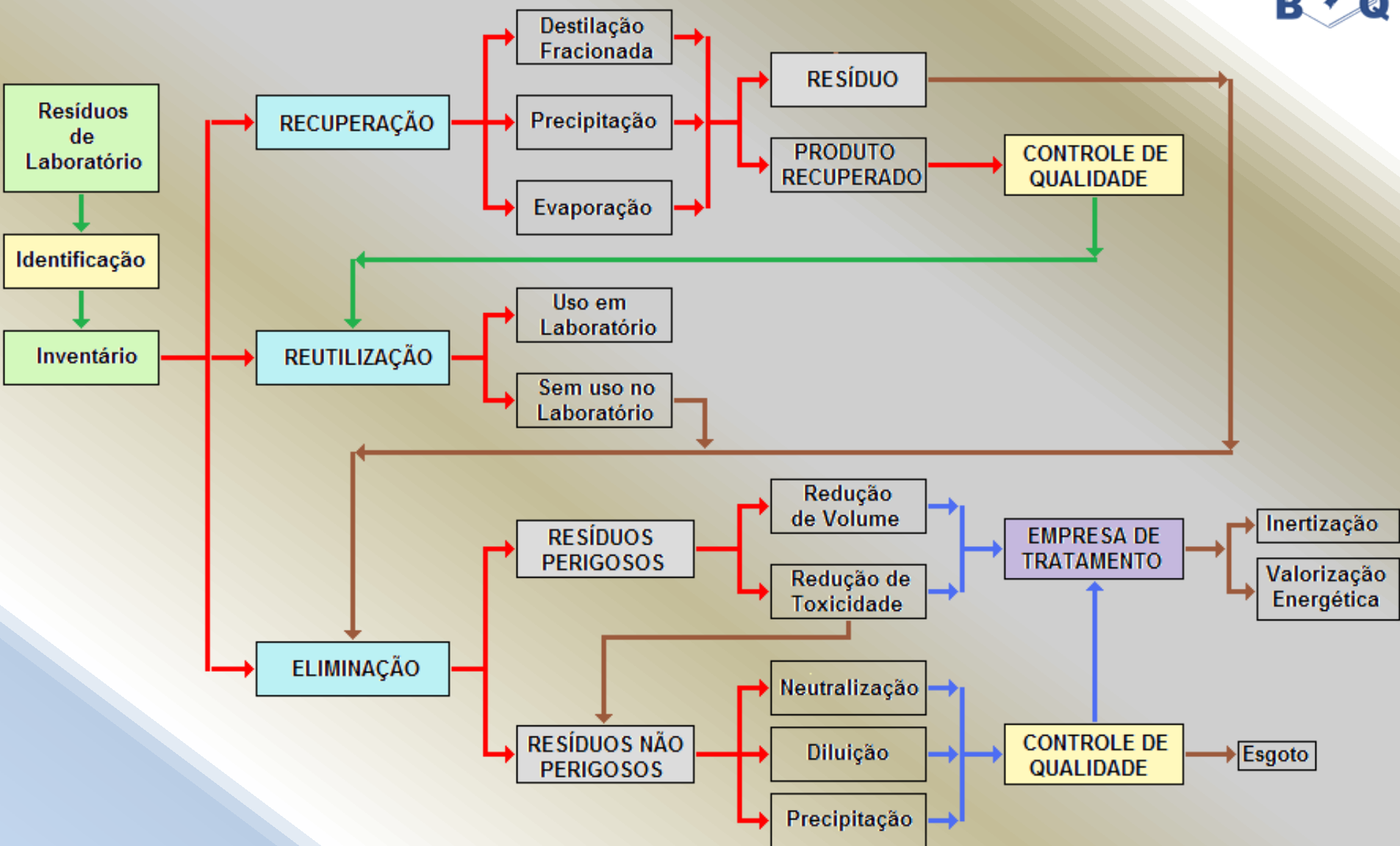
- Avaliação dos riscos para a saúde e o meio ambiente
- Adequação das instalações e dos equipamentos
- Procedimentos de trabalho empregados
- Formação e treinamento de todo o pessoal envolvido
- Auditorias planejadas, incluindo as de segurança
- Sistema de documentação, registro e arquivo
- Revisão contínua e adaptação a legislação vigente e a outros documentos voluntários

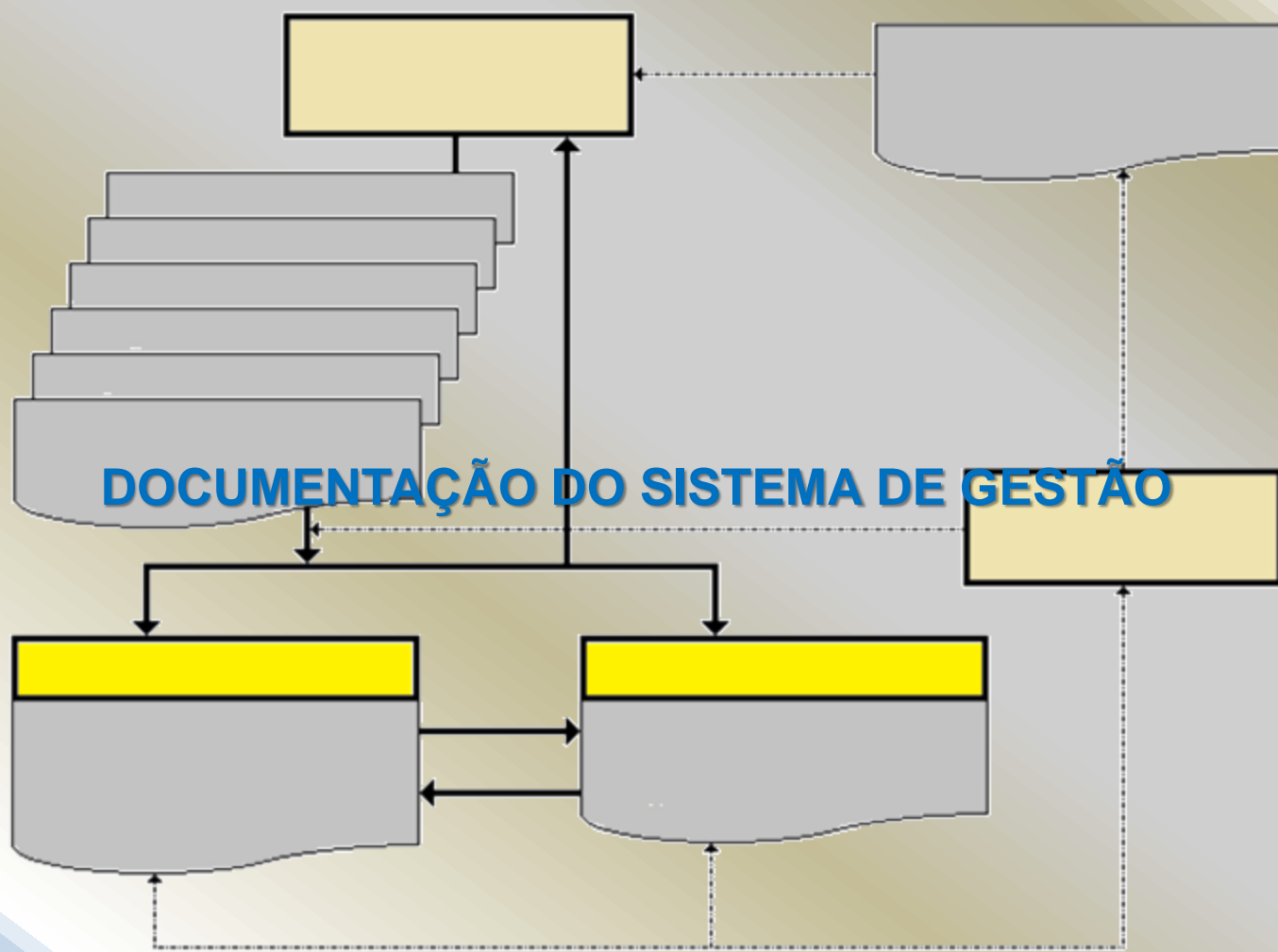


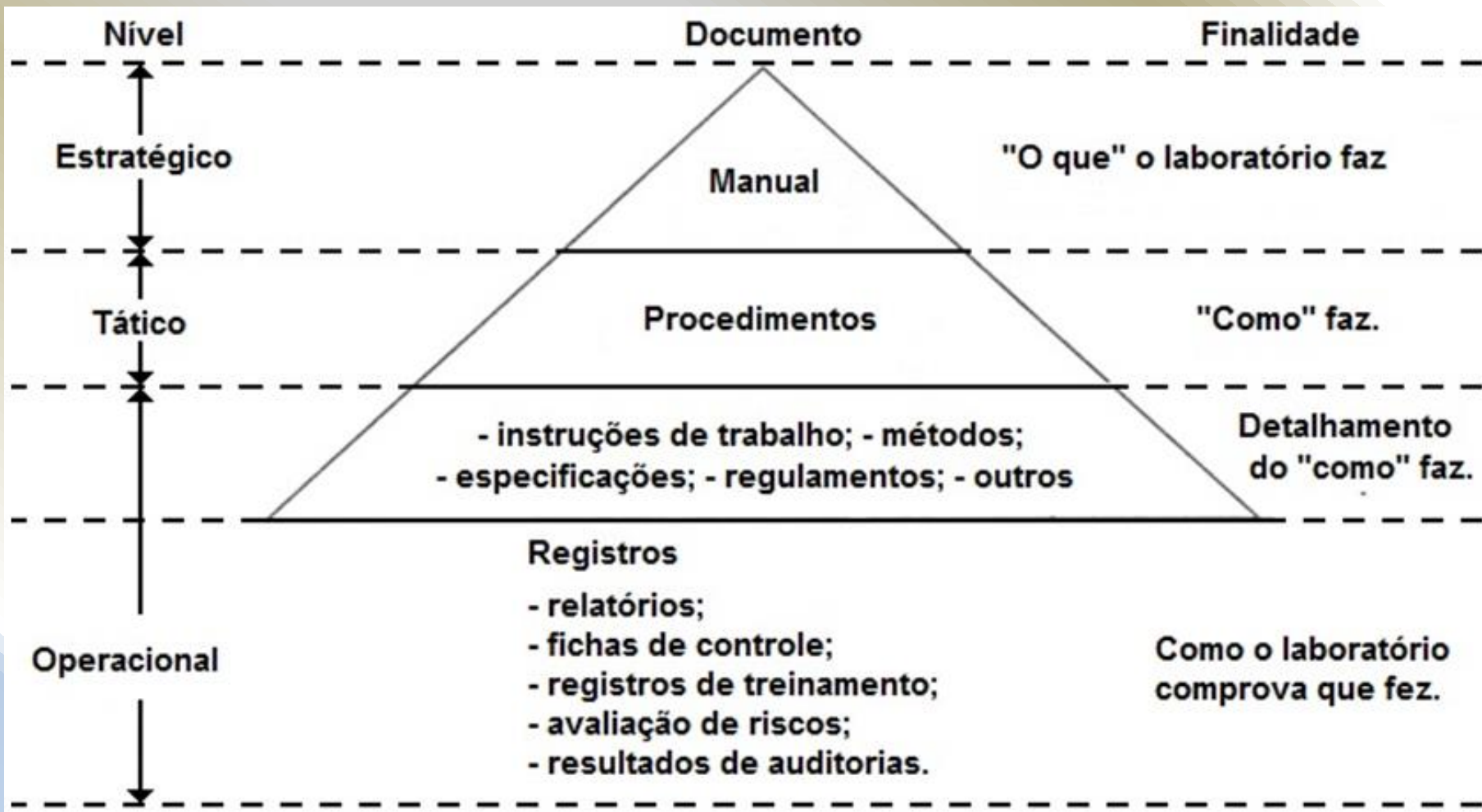
Opção de Gestão			Custo
Redução na Fonte	Mudanças no Processo	Substituição de matérias-primas e/ou insumos contaminantes	\$
		Mudanças tecnológicas / Tecnologias Limpas	
		Melhoria das práticas operacionais	
	Mudanças no Produto	Projeto com menor impacto ambiental	
		Aumento da vida útil do produto	
Reciclagem	Recuperação e/ou reuso dentro do processo de produção		\$\$\$
	Reciclagem fora do processo		
Tratamento	Mecânico		\$\$\$\$\$
	Físico		
	Químico		
	Térmico		
	Outros		
Disposição final ou destruição			\$\$\$\$\$\$\$



Exemplo de Gestão de Resíduos de Laboratório







Programa de Gestão de Resíduos

- O QUE DEVE, NO MÍNIMO, CONSTAR NO MANUAL -



- **Introdução**
- **Definições**
- **Princípios**
- **Legislação e normas aplicáveis**
- **Responsabilidades**
- **Sistemática para gestão de resíduos**
 - Segregação, Acondicionamento e Identificação*
 - Armazenamento temporário*
 - Estudo e definição de alternativas para tratamento e destinação*
 - Regularização da documentação*
 - Alternativa selecionada*
- **Transporte do resíduo**
- **Registros**



Segregação

- + solventes orgânicos e soluções orgânicas não halogenadas
- + solventes orgânicos e soluções orgânicas halogenadas
- + resíduos orgânicos sólidos embalados individualmente
- + soluções salinas com ajuste de pH entre 6 e 8
- + resíduos inorgânicos tóxicos como sais de metais e suas soluções acondicionadas em frascos individuais
- + compostos combustíveis tóxicos acondicionados em frascos individuais
- + mercúrio e seus sais orgânicos
- + frascos individuais devidamente rotulados resíduos de sais metálicos regeneráveis
- + recebe sólidos inorgânicos



Informação

✚ ABNT NBR 16725:2011 (em revisão)

Resíduo químico - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente - Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem

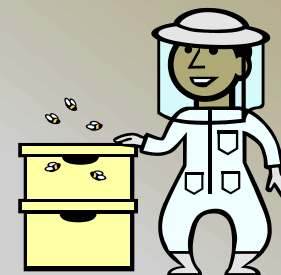


Tratamentos e Destinação Final (aterro industrial e sanitário)

PROCESSOS DE TRATAMENTO



A seleção do método mais favorável para o tratamento de um determinado resíduo dependerá da natureza do mesmo, da disponibilidade e adequação técnica das alternativas de tratamento, medidas de segurança, considerações ambientais e energéticas, manutenção e custe econômico.



PROCESSOS DE TRATAMENTO

Exemplos de informações relevantes

Análises Físico-Químicas:

Direcionadas de acordo com informações sobre a origem química do resíduo.

Definem as condições de destinação final do resíduo.

Caracterização do resíduo:

Estado físico: sólido, líquido, pastoso.

Análise elementar: C, Cl, F, Br, I e Metais.

Teor de cinza e umidade.

Poder calorífico: kcal/kg ou kJ/kg.

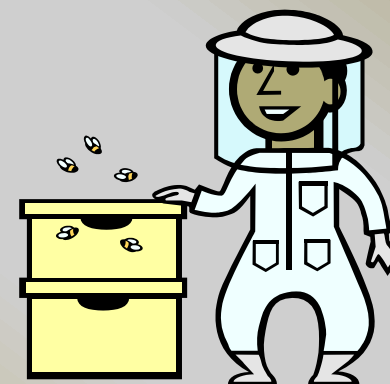
Características especiais: corrosividade e inflamabilidade.

Viscosidade.



Sistemas de Tratamentos de Resíduos

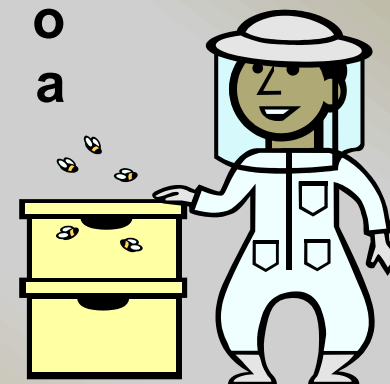
Conjunto de técnicas e tecnologias que buscam propiciar as melhores condições sanitárias, estéticas, sociais, econômicas e energéticas, de acordo com os padrões de cada comunidade, para o tratamento e disposição de resíduos sólidos.



Sistemas de Tratamentos de Resíduos

Objetivo

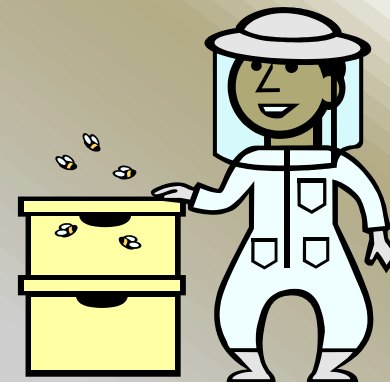
Reduzir ou eliminar a toxicidade ou a periculosidade, tanto para a saúde como para o meio ambiente, assim como facilitar o manejo, o armazenamento, o transporte, a disposição final, a recuperação ou a eliminação.



Sistemas de Tratamentos de Resíduos

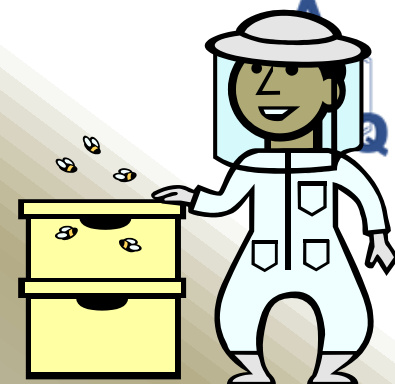
FINALIDADES

- × *conversão dos constituintes agressivos em formas menos perigosas ou insolúveis;*
- × *destruição de substâncias indesejáveis;*
- × *separar, da massa de resíduos, os constituintes perigosos, com conseqüente redução do volume a ser disposto;*
- × *alteração da estrutura química tornando mais fácil sua assimilação no meio ambiente.*



Sistemas de Tratamentos de Resíduos

TECNOLOGIAS

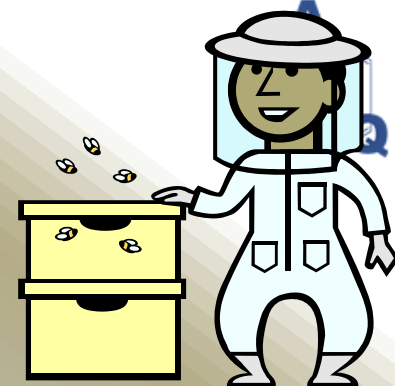


Processos de Separação de Fases: normalmente são empregados na redução de volume ou recuperação de produtos.

Processos de Separação de Componentes: são capazes de segregar, fisicamente, espécies iônicas ou moleculares de um resíduo multicomponentes.

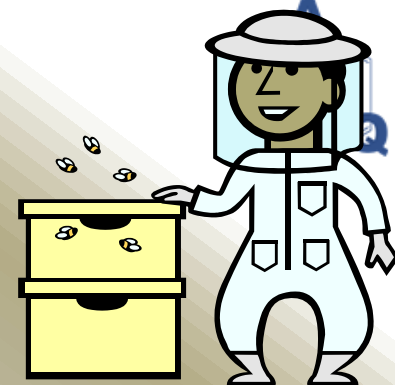
Processos de Transformação Química: promovem reações químicas para transformar, recuperar ou reduzir o volume de componentes específicos dos resíduos.

Métodos de Tratamento Biológico: envolvem transformações químicas por meio da ação de organismos vivos.



Exemplos de tratamentos físico-químicos

- ➔ *Centrifugação*
- ➔ *Sedimentação*
- ➔ *Filtração*
- ➔ *Flotação*
- ➔ *Separação por ar ("Stripping" por aire)*
- ➔ *Separação por vapor ("Stripping" por vapor)*
- ➔ *Absorção sobre carvão ativo*
- ➔ *Cristalização por congelamento*
- ➔ *Troca iônico*
- ➔ *Destilação por vapor*
- ➔ *Destilação*
- ➔ *Evaporação*
- ➔ *Floculação*
- ➔ *Precipitação*
- ➔ *Oxi-redução*
- ➔ *Neutralização*
- ➔ *Adsorção em resina*
- ➔ *Fixação de metais*
- ➔ *Extração com solventes*
- ➔ *Ultrafiltração*



Exemplos de tratamentos biológicos

➔ *Lodos Ativos*

➔ *Lagoas de estabilização*

➔ *Digestão anaerobia*

➔ *Depuração por microorganismos geneticamente modificados*

➔ *Tratamentos enzimáticos*

➔ *Leitos bacterianos*

➔ *Compostagem*



Exemplos de tratamentos térmicos

- ✓ **Incineração**
- ✓ **Coprocessamento em fornos de cimento**
- ✓ **Incineração em caldeiras industriais**
- ✓ **Pirólises**
- ✓ **Arco de Plasma**



Disposição Final

- ⊕ **Aterro Sanitário**
- ⊕ **Aterro Industrial Classe I**
- ⊕ **Aterro Industrial Classe II**



Disposição Final

- ⊕ **Aterro Sanitário**
- ⊕ **Aterro Industrial Classe I**
- ⊕ **Aterro Industrial Classe II**



Aterro Industrial Classe I





Aterro Industrial Classe I



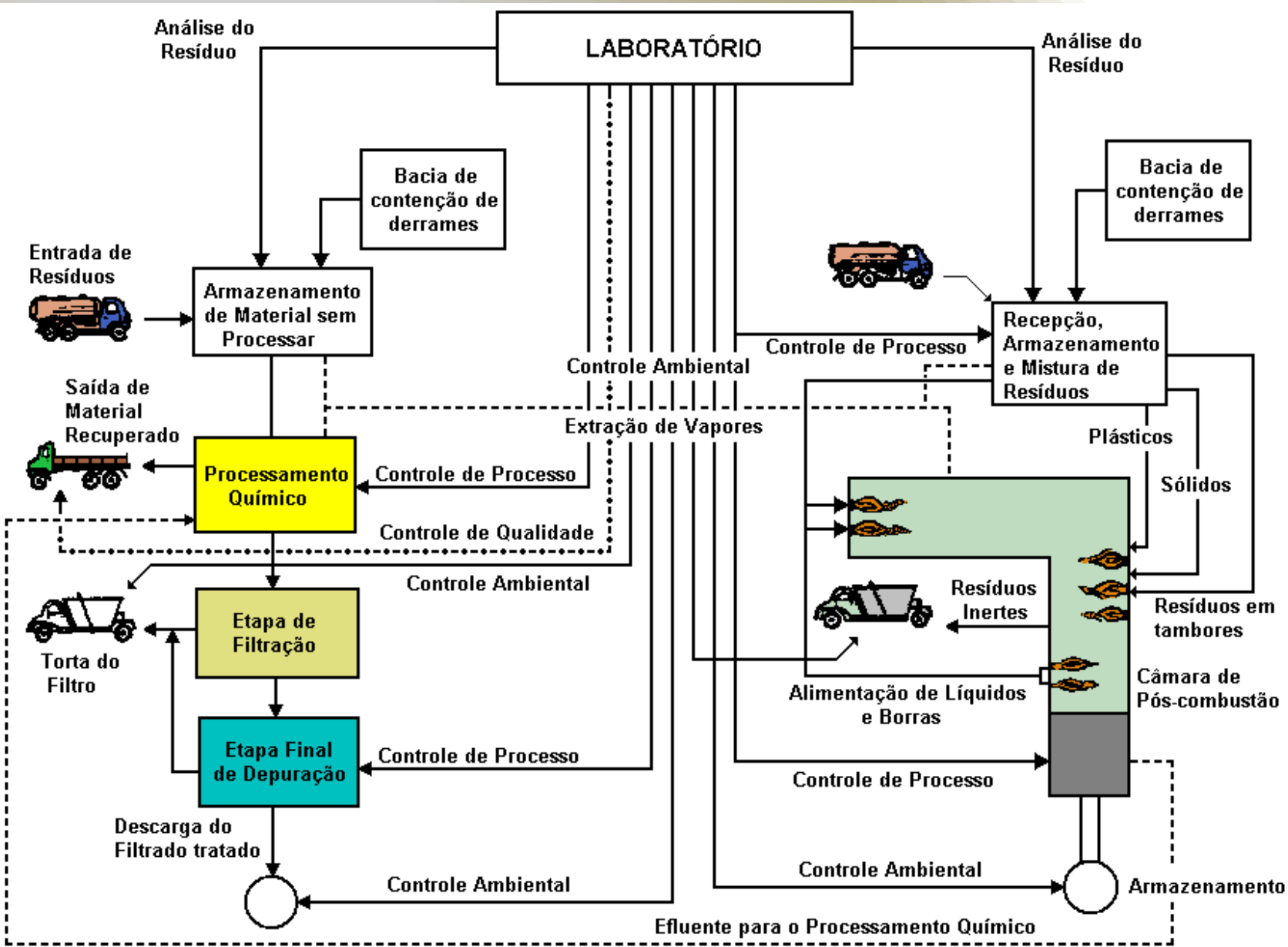
Aterro Industrial Classe IIA

Aterro Sanitário





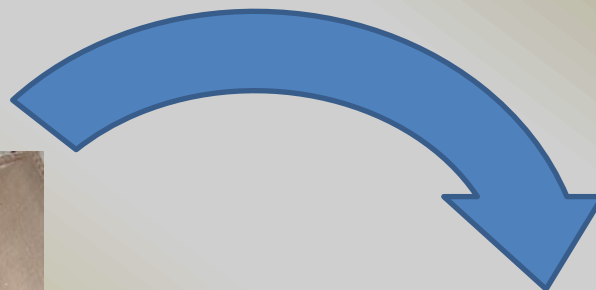
Aterro Sanitário



Esquema de uma Planta de Tratamento

Não tenhamos pressa, mas não percamos tempo.

José Saramago





Muito grato pela oportunidade!

Robério Fernandes Alves de Oliveira
Engenheiro Químico / Vice-Presidente da ABQ

Email: roberio@skydome.net
Tel: (21) 988815998